

2023 年度「関西大学研究ブランディング事業」
に係る進捗状況報告書（学内評価用）

提出日：2024 年 4 月 16 日

1 事業名 「人に届く」 関大メディカルポリマーによる未来医療の創出

2 実施母体組織名 先端科学技術推進機構

3 参画組織名 関大メディカルポリマー研究センター

4 事業実施代表者

事業実施代表者名	所属部局名	職名
大矢 裕一	先端科学技術推進機構 化学生命工学部	先端科学技術推進機構研究員 教授

5 事業目的・概要

本プロジェクトでは、先端科学技術推進機構 医工薬連携研究センターを母体とし、化学生命工学部化学・物質工学科に所属する高分子材料化学を専門とする研究メンバーが、システム理工学部機械工学科に所属する機械工学を専門とするメンバー、および本学と提携関係にある大阪医科大学（現 大阪医科薬科大学）などの医系研究者と連携して、関西大学で開発された医療用高分子材料＝関大メディカルポリマー（KUMP）を基盤とした、臨床現場＝人に届く医療器材（医療機器＋材料）を実用化し、次世代の医療を革新するとともに、KUMP をブランド展開することを目指して、2016 年～2020 年の 5 年間、研究・広報活動を行ってきた。このプロジェクトを通じて、数多くの研究成果が生まれたが、医療機器の開発には 5 年という年月では不十分であり、成果の実用化にまでは至っていない。また、KUMP というブランドも、まだ広く社会に浸透したとまでは言えない状況である。そこで、本事業では、過去 5 年間に得られた貴重な研究成果＝KUMP という資産を活用し、KUMP をベースとした医療器材の実用化・社会実装と、それを核としたさらなるブランドイメージの確立を通じて、本学の国内外におけるプレステージを向上させることを目的として、新設した関大メディカルポリマー研究センター（KUMP-RC）を拠点とした研究活動を継続する。

これまでに得られた研究成果は、基礎から応用に至る幅広いレベルに分かれている。応用ステージにあるインジェクタブルポリマー、ポリリン酸エステル、ペプチドヒドロゲル、形状記憶ポリマー、ヘッドマウントディスプレイ型視野計、非侵襲診断システムなどの材料・技術は、基礎的なデータの取得から、論文執筆、特許取得、動物実験、臨床研究での検証のステージへと進んでおり、これらの材料・技術を基に、実施企業パートナーとともに（実施企業が未定の場合は、獲得し）、実用化のステージへと進めていく。基礎ステージにある研究として、DNA 四重鎖ゲル、光応答性ゲル基板、細胞表面修飾技術などは、これまでになかった独自性の高い材料・技術としてさらなる基礎的検討を積み重ね、Nature などの評価の高い学術雑誌での論文発表を達成し、それを起爆剤として応用ステージへと歩みを進める。

このようにして得た、実用可能な応用ステージ研究と、インパクトのある基礎ステージ研究の成果を、論文・学会での発表に加えて、各種イベント（メディカルジャパンなど）での広報活動で周知する。また、受験生を対象としたイベントでも、研究活動を積極的に情報発信し、受験生の獲得と将来にわたる人材の確保・育成に努める。特に 2025 年に開催が予定されている大阪万博では、そのメインテーマである「いのち輝く未来社会のデザイン」は、まさに KUMP プロジェクトが目指す方向と一致しており、KUMP として何らかの形での出展を行うべく、準備を進めていく。

6 2023 年度の進捗状況

<2023 年度目標>

研究(基礎ステージにある研究と応用ステージにある研究を分けて記載した)

<基礎ステージ>

- ・ 応用対象（疾患，製品）の決定
- ・ 工業的スケールにおける生産方法の検討

<応用ステージ>

- ・ 安全性試験の実施

ブランディング

- ・ 各種イベントにおける広報活動，大阪万博へ向けた広報内容企画

<2023 年度実施計画>

研究

<基礎ステージ>

- ・ 基礎研究をさらに進め，高 IF 雑誌への掲載を目指す（論文・特許計 20 件）。

<応用ステージ>

- ・ 企業との連携による事業化を推進する（共同研究企業：現状の 11 件以上を維持）
- ・ 安全性試験件数: 5 →化合物 1 種以上，5 項目以上(2021-2023 年度)
- ・ 応用への障壁が比較的低い分野として検査・診断（体外デバイス），細胞培養等の研究用器材への展開を目指す
- ・ All Japan 体制に拘らず，外資系・海外企業（海外での認可）も視野に入れて活動する

ブランディング

- ・ 大阪万博への出展・関与の可能性を検討（リボンチャレンジへの参入条件は厳しい）
ベンチャー企業：Cranebio を通じての参加を検討中
AO 入試での志願者・入学者を増やす（志願者 5 名以上，合格者 2 名以上）
（2024 年度，受験：3 名，合格：2 名）（別冊資料 4-10）

<2023 年度主な成果>

研究成果

基礎ステージ研究では，目標数(20 件)を上回る原著論文 29 件を発表したが，それぞれの研究の目標となる対象疾患や最終的な製品の形を確定するまでには至らず，工業的な大スケールでの合成に着手できなかった。基礎研究から応用研究へと目標を絞り込むことも重要であるが，自由で独創的な発想に基づ

く新しい材料の開発、新しい学問分野の確立も重要で、その学術的価値は高い。本年度には、「分子ネットゲル」(後述)など、新しい研究の萌芽が見られた。一方、応用研究においては、後述するように、大阪医科薬科大学の根本慎太郎先生の開発した、分解して伸びる「成長する心臓パッチ：シンフォリウム」が実用化され、帝人メディカルから上市された。共同研究企業の数はずっと昨年と同様、11社を維持しており、増減はなかった。応用研究の目標として掲げていたインジェクタブルポリマーの安全性試験は、一部(細胞毒性試験、変異原性試験)の実施に留まった。この理由は、対象物質(特定の構造のポリマー)を絞り込むことができなかったことと、資金的な問題である。その他、体内での使用を想定していない、比較的応用への障壁が低い検査・診断(体外デバイス)、細胞培養などの研究用器材として、光応答性ポリマーによる細胞パターンニングや、二重刺激応答型の培養機材などに新しい進展が見られた。

インジェクタブルポリマー関連

- (1) 癌免疫療法として、インジェクタブルポリマー(IP)溶液とマウスから採取した骨髄由来樹状細胞(DC)と癌抗原、アジュバント(免疫賦活剤)を混合したDCワクチンを作成した。ゲル内でのDCの活性化を確認したのち、標的とする癌を移植したマウスに対してDCワクチンを投与したところ、腫瘍の増殖を抑制することを見出した。(大矢教授、東北大学との共同研究) *International Journal of Pharmaceutics*, **652**, 123801 (2024). (インパクトファクターIF = 5.8)
- (2) モデル抗原、核酸型アジュバントを徐放するIP型ワクチンを開発し、癌免疫療法としての機能評価を行なった。このIPはゲル化時に内包したポリカチオン(ポリリシン)を介した共有結合架橋を形成し、ポリカチオンとアジュバントの静電相互作用により徐放が達成される。標的となる癌を移植したマウスに対し、このIP製剤を皮下投与したところ、抗原、アジュバントの単独投与よりも高い抗体産生能と腫瘍増殖抑制効果を発現することが明らかとなった。(大矢教授、東北大学との共同研究) *Advanced Therapeutics*, in press. (インパクトファクターIF = 4.6)
- (3) ポリ(D-乳酸)グラフト化多糖(デキストラン)とポリ(L-乳酸)-ポリエチレングリコール・ABAトリブロック共重合体とを混合すると、ポリ(D-乳酸)とポリ(L-乳酸)とのステレオコンプレックス形成により速やかにゲルを形成することを見出した。従来、グラフト共重合体同士、トリブロック共重合体同士でのゲル化報告はあったが、グラフト共重合体とトリブロック共重合体によるゲル化は初めての報告で、そのゲル化時間も短くできることを明らかにした。(大矢教授) *Gels*, **10**, 139 (2024). (IF = 4.6)

ドラッグデリバリー用微粒子

- (4) ヒアルロン酸被覆ナノ粒子に抗繊維化薬剤であるオルメサルタンメドキシミル(OLM)を内包した製剤を開発し、肝硬変モデルマウスに投与したところ、肝臓への高い集積性と抗繊維化効果を示すことを明らかにした。(大矢教授、大阪医科薬科大学および奈良県立医科大学との共同研究)(技苑掲載) *ACS Biomaterials Science & Engineering*, **9**, 3414-3424 (2023). (IF = 5.7) (Complementary Coverに採択)
- (5) 水中水滴型(Water in water: W/W)エマルション法により、安定に酵素を内包したゲル微粒子の作成に成功し、ゲル微粒子内部を複数酵素によるカスケード反応場として利用できることを明らかにした。この手法に関する特許も出願した。(奥野助教、岩崎教授)(技苑掲載) *Soft Matter*, **20**, 1018-1024 (2024). (IF = 3.4) 特願 2023-134391.
- (6) キラルメソゲン基を有する液晶性ポリマーで構成された高分子ミセルからの、温度に応答した薬物放出の可逆的なオン-オフ制御に成功した。(宮田教授) *Macromolecules*, **56**(20), 8298-8307 (2023). (IF

= 5.5).

診断用医療機器・人工臓器

- (7) 大阪医科薬科大学・根本慎太郎教授と帝人株式会社，ドラマ「下町ロケット「ガウディ計画」」で脚光を浴びた福井経編興業株式会社とが共同開発した「成長する」心臓・血管修復パッチ「シンフォリウム」が，厚生労働省からの製造販売承認を取得して**実用化**され，帝人メディカルテクノロジー株式会社から**販売上市**され，保険適応も承認された。
- (8) 関節軟骨・半月板の修復治療用ペプチドゲルの動物実験における軟骨再生の再検証において，良好な結果が得られた（非公表）。（平野教授と大阪医科薬科大・大槻教授と東洋紡との共同研究）
- (9) 3次元バイオプリンティングによる高い細胞密度を持つ細胞構築物を実現にする技術として，糖誘導体の細胞内代謝経路を利用して細胞表面にメタクリレート基を配置し，チオールを含むポリマーとの光反応による人工的な細胞接着により， 10^8 細胞/mL の細胞密度をもつミリメートルサイズの細胞塊の製造方法を開発した。（岩崎教授） *ACS Biomaterials Science & Engineering*, in press. **(IF = 5.7)**
- (10) ポリリン酸エステル共重合体中の骨髄単核細胞から破骨細胞への分化抑制能におけるリン酸ジエステル成分の割合の影響について明らかにした。（岩崎教授） *Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition*, **34**, 2319-2331 (2023). **(IF = 3.6)**
- (11) インテグリンの活性化を介した小口径脱細胞人工血管上の単球による血管組織の再構築を達成した。
Materials Today Bio, **23**, 100847 (2023) **(IF = 8.2)**（柿木教授と国立循環器病研究センターとの共同研究）
- (12) 光と温度の二重刺激に応答して，材料表面の化学的および物理的性質を変化させることに成功し，その基盤上での細胞挙動の制御を可能にした。（宮田教授） *Polymer Journal*, in press. **(IF = 2.8)**
- (13) 光架橋型ポリマーとフォトマスクを使用してポリマーフィルム上での細胞パターンニングを達成した。
（宮田教授） *Responsive Materials*, **1**, e20230007 (2023).
- (14) ペプチド類縁体であるペプトイドの固相合成を行い，得られたペプトイドからナノシートを作成することに成功した。このペプトイド・ナノシートをガラスシャーレ上にコーティングし，その上で細胞培養が可能であることを見出した。（平野教授）（技苑掲載） *Peptide Science*, in press.
- (15) ファロー4徴症を示すチアノーゼ性先天性心疾患である TOF において，開胸術までの患者の発育を促す姑息術としての Blalock-Taussig Shunt(BTS)では，血流制御が不可欠であるが，その制御要因である形状・寸法などを医師の経験に頼らずに事前決定するため，血流をシミュレーションするシステムの開発に成功した。（田地川准教授）（技苑掲載）
- (16) 世界死因の4位を占める重大な肺疾患である慢性閉塞性肺疾患(COPD)を音波で診断するシミュレーションシステムを構築し，計算値と実測値がよく一致することが確認された。（宇津野教授）（技苑掲載）

その他の基礎研究成果

- (17) 水に可溶性網目状三次元巨大分子(分子ネット)存在下で水溶性モノマーを重合することにより，トポロジカルゲル(共有結合ではなく，高分子の物理的拘束によって架橋されたゲル＝「分子ネットゲル」)を作成する全く新しい方法を発明した。この成果は**化学系トップジャーナル**である *Angew. Chem. Int. Ed.*に掲載された（大矢教授） *Angewandte Chemie International Edition*, in press (e202317045) (2024). **(IF = 16.6)** (**Hot paper** に選出, **Inside Back Cover** に採択)
- (18) メイラード反応を利用して架橋したゼラチンの電解紡糸による不織布の作成に成功した。（古池教授） *Materials*, **16**, 4078 (2023). **(IF = 3.4)**

- (19)マイクロ波を利用して銀ナノ粒子を分散させたキトサン-アルギン酸ヒドロゲルが抗菌性を発現することを明らかにした。(古池教授) *Fibers*, **11**, 69 (2023). (IF = 4.8)
- (20)原子移動ラジカル重合により均一性の高いネットワーク構造をもつ温度応答性ヒドロゲルの作成に成功した。(宮田教授) *Soft Matter*, **19**, 2505-2513 (2024). (IF = 3.4) (Back Cover に採択)
- (21)深海エビ由来の発光タンパク質を、DNA を足場として再構成し、意図した空間配置で蛍光色素を配置して、生物発光共鳴エネルギー移動を利用して光エネルギーの輸送と自在な多色発光に成功した。(葛谷教授) (技苑掲載)
- (22)側鎖に 4 級アンモニウム塩と硫酸塩を併せ持つ双性イオンポリマーとポリエチレングリコールからなるポリマーが、上限臨界溶液温度(UCST)型の温度応答型ゾルゲル転移を示すことを明らかにした。(河村准教授) (技苑掲載)

ブランディング

2021 年 4 月に本事業を拠点化し、先端科学技術推進機構直下に関大メディカルポリマー研究センターを設置した。今年度は、センター開設 3 年目を迎えて事業の活動や上記研究成果の学内外への発信に主眼を置き、さらなる研究の発展をめざして様々な形で研究成果の発表を行った。主なブランディングでの活動は以下のとおり。

- (1) 2024.3.26.葛谷明紀教授が取締役を務める Cranebio 株式会社が大坂・関西万博のリボンチャレンジに出展する企業に選定された。
- (2) 2024.3.13-15.「第 10 回再生医療 EXPO (大阪)」に出展した。柿木、岩崎、大矢、河村、平野、奥野が各日 2 名ずつ、3 日間交代でブースに常駐し、訪れた数多くの企業・研究者に対して、プロジェクトおよび研究内容を対面で紹介した。出展社による製品・技術セミナーとして柿木佐知朗教授が「ECM 模倣ペプチド固定化技術を活用した医用基材の表面改質」と題した発表を行った。
- (3) 2024.1.26.関大メディカルポリマーシンポジウムを実施した。大阪医科薬科大学の大須賀慶悟教授への招待講演を始め、大矢、柿木、葛谷、奥野、田地川、岩崎、平野、古池、河村、宮田による講演を行った。
- (4) 2023.11.8 滋賀県立守山高等学校 (SGH 指定校) の生徒が「総合的な探求の時間」の一環で、KUMP をテーマに選定し、インタビューのために来学。対応した大矢裕一教授より、これまでの産官学を含めた研究の経緯や成果について、高校生に伝えた。
- (5) 2023.8.31.JST 新技術説明会を関西大学が単独でオンライン開催した。計 8 件の新技術のうち、4 件が奥野、柿木、古池、葛谷のプロジェクトメンバーによる登壇となり、多くの企業・研究者に対して、最新の研究成果と社会実装に向けた発表を行った。
- (6) 各オープンキャンパス (フレッシュキャンパス、グリーンキャンパス、サマーキャンパス) 行事において、模擬講義および展示を行った。大学の特設サイト「関大 先生チャンネル」に KUMP 特集記事として、各メンバーの研究紹介動画に加えて、プロジェクトとして研究トピックスを紹介する動画を掲示した。
- (7) 宮田隆志教授が、韓国平昌で行われた Brain Link X-Lab Day で基調講演を行った。
- (8) 宮田隆志教授が、台湾で行われた 2023 Japan-Taiwan Bilateral Polymer Symposium (JTBPS 2023) で基調講演を行った。
- (9) 宮田隆志教授が、札幌で行われた国際会議 The 13th SPSJ International Polymer Conference (IPC2023) で招待講演を行った

- (10)宮田隆志教授が、福岡で行われた国際会議 9th International Tribology Conference, Fukuoka (2023)で招待講演を行った。
- (11)研究代表者である大矢裕一教授が、第 72 回高分子学会年次大会で招待講演を行った。
- (12)研究代表者である大矢裕一教授が、日本化学会第 13 回 CSJ 化学フェスタで招待講演を行った。
- (13)研究代表者である大矢裕一教授が、日本接着学会 次世代接着研究会 PART IX(第 7 回例会) で招待講演を行った。
- (14)柿木佐知朗教授が、一般財団法人バイオインダストリー協会の主催行事「未来へのバイオ技術勉強会」において招待講演を行った。
- (15)研究代表者である大矢裕一教授が、関大北陽高校で模擬講義を行った。
- (16)関大フェスティバル in 北陸で KUMP プロジェクトの展示を行った。
- (17)2023.2.21-22 に実施した一般社団法人 Global Academy 主催『第 8 回高校生国際シンポジウム』プログラムに KUMP 型 AO 入試にかかる広告を出稿した。(昨年度実績 追加事項)
- (18)各研究室の学生を広報担当に指名し、X (旧ツイッター) の KUMP アカウントから学生自らの言葉で、各研究室の日常や HOT な話題を不定期的に発信した。同じ KUMP に携わる学生同士が、互いを意識し高め合う関係の構築と、卒業生が自身の出身研究室を応援する未来図に成長することを期待している。

7 2023年度の特筆すべき成果

2023 年度の主な研究成果は上記 6 のとおりであるが、特筆すべき成果としては、主に以下のものが挙げられる。

- (1) 2024.3.26.葛谷明紀教授が取締役を務める Cranebio 株式会社が大阪・関西万博のリボンチャレンジに出展する企業に選定された。展示予定の製品・技術は「菌やウイルスを見つけると光るナノロボット」であり、2023 年度に掲げた目標のひとつが叶ったものである。
- (2) 大阪医科薬科大学・根本慎太郎教授と帝人(株)、ドラマ「下町ロケット「ガウディ計画」」で脚光を浴びた福井経編興業(株)が共同開発した「成長する心臓・血管修復パッチ」:「シンフォリウム」が、厚生労働省からの製造販売承認を取得し、帝人メディカルテクノロジー(株)から販売上市された。2024 年 3 月には保険適応も承認された。KUMP が関与する製品が実用化されたことは非常に大きな成果である。KUMP プロジェクト(関西大学・大矢教授)は本製品の開発初期に寄与し、最終的な製品化は大阪医科薬科大・根本慎太郎教授と帝人(株)、福井経編興業(株)の 3 者で進められたものである。
https://www.teijin.co.jp/news/2023/07/12/20230712_02.pdf
<https://teijin-medical.co.jp/products/cardiovascular/synfolium/>
<https://www.ompu.ac.jp/news/dr46sf0000001kga.html>
- (3) 平野教授と大阪医科薬科大・大槻教授と東洋紡株式会社の共同研究である関節治療用ペプチドゲルについては、動物実験での軟骨再生の再検証においても良好な結果が得られ、実用化へ向けて前進した。残る課題は、製品の保存安定性である。ニュースレター(Web)掲載
<https://www.kansai-u.ac.jp/ku-smart/newsletter/2024/02/kump.html>
- (4) 大矢教授と日本ライフライン社の共同研究において、IP を用いた血管内治療に関する性能および利便性の評価を昨年度に引き続き行い、実用化に向けた課題が明らかとなった。

- (5) スタンフォード大学が"Updated science-wide author databases of standardized citation indicators" (標準化された引用指標に基づく科学者のデータベース) を公開し、昨年度に引き続き、世界トップ 2% の科学者に本事業から、直近 1 年 (single recent year) で 3 名、生涯 (career long) で 4 名が選出された。
直近 1 年：岩崎泰彦，田村裕，宮田隆志
生涯：岩崎泰彦，大矢裕一，田村裕，宮田隆志
<https://elsevier.digitalcommonsdata.com/datasets/btchxktzyw/6>
- (6) KUMP 型 AO 入試での第一期入学生が，大学院博士課程前期課程に入学した。
- (7) KUMP に関連する研究室における 2023 年度の博士課程後期課程修了者は 3 名となった。
- (8) 日本のトップ医療機器メーカーであるテルモ株式会社の深水淳一氏 (本学卒業生) が，大学院寄附講座を開講した。昨年度は，学部生を対象の授業の中でのスポット的な講義であったが，今年度からは，大学院の寄附講座として，理工学研究科化学生命工学専攻の学生を対象に，1 セメスターを通した講義を行った。実際の医療機器を用いた実習や工場と Web で繋いだ遠隔授業も行われ好評を博した。深水氏は，授業の過程での学生のレスポンスを細かく記録し，学生一人一人の伸びや意識の変化を分析していただいた。
- (9) 河村暁文准教授が，日本接着学会学術賞を受賞し，第 61 回日本接着学会年次大会で受賞講演を行った。
- (10) 本年度も，引き続いて米国クレムソン大学との学生交流を行った。COIL プログラムによる交流の後，来日して 2 ヶ月間の研究活動を行った。主に KUMP 関連の研究をテーマに，国際交流・人材育成を行っている。
- (11) 香港中文大学から学生が来日して，KUMP 研究室に約 2 ヶ月滞在して，研究活動を行った。

その他の論文，特許の数，学会の発表件数，受賞件数，外部資金の獲得状況については，別紙を参照いただきたい。

8 PDCAサイクルの状況(これまでの自己評価および外部評価、外部資金審査・評価部会等への対応状況)

昨年度から基礎ステージ研究の目標として論文・特許計 20 件を掲げている。この目標値に対して，大きく上回る論文 29 本，特許 7 件 (出願 4 件，登録 3 件) を達成した。しかし，応用対象の絞り込み，工業的スケールでの合成着手には至らなかった。応用ステージの研究の目標に掲げていた安全性試験件数は，資金面での理由から，化合物 1 種 2 項目 (細胞毒性，変異原性) の実施に留まり，PMDA との事前相談をするまでには至らなかった。

2023 年 6 月 12 日付で外部資金審査・評価部会から通知された 2022 年度の学内進捗状況評価では，総合評価点は昨年度 (満点 4.00) よりはずかしく下がったものの，3.86 と非常に高い評価をいただいた。コメントは概ね好意的であったが，課題として示された主なコメントとそれらに対する回答は以下の通りである。

<大阪医科薬科大学およびその他の研究機関との連携についてのコメント>

- ・ 他機関との連携やその具体的研究成果が見え難い。本事業の目的に対する現状の進捗を明確にする必要がある。
- ・ 事業目的において，本学と提携関係にある大阪医科薬科大学との連携について記載があるが，具体的にどのような連携を実施し，どのような研究成果を得られたのかについて，記述して頂きたい。

コメントに対する回答

他機関との連携が見えにくいとのご指摘は，我々のアピール方法に問題があったと反省しなければな

らない（広報活動については後述する）。しかし、本プロジェクトで目指している個々のメンバーの具体的な研究目標（例えば IP の実用化）や、その進捗フェーズ（コンセプト提案、基礎研究、動物実験等による効果判定、前臨床研究、安全性評価、製品としての仕様決定など）、それぞれのメンバーにより異なっており、連携研究先も様々である。さらに、一人の研究者の中でも様々に異なるフェーズの複数の研究テーマを遂行している。このため、研究の推進とその方向性は個々のメンバーの自発的活動に委ねられている。各メンバーの研究の進捗状況については、関大メディカルポリマーシンポジウム等で報告・討論を行なってはいるが、多岐にわたる研究の全容を一元的に把握することは難しい。また論文等で公表できる状況に至っていない企業との共同研究成果については、グループ内部であっても研究の秘匿性が守られなければならないため、外部から見えにくくなることはやむを得ない。現状、他機関の連携を最もよく現しているのは、本進捗状況報告の研究成果欄であり、ここをご覧いただきたい。今年度は、発表論文 29 本のうち、学外研究者との共同研究によるものは 10 本であり、活発な共同研究・連携が進んでいると言える。

<研究目標とその達成度についてのコメント>

- ・ 指標として掲げた論文・特許計 20 本以上に対し、計画は達成されたが、これらが「分子構造および合成経路の最適化」に関するものは不明である。
- ・ 実施計画の<応用ステージ2>PMDA との会合回数3回および非臨床 POC の取得がなされたのかが不明である。また、大阪医科薬科大学との共同研究が5件あるが、実施体制にある「KUMP の医療機能・性能評価」の役割が具体的にどのようなかたちで発揮されているのかが明瞭になるとよい。
- ・ 2021 年度の総合評価コメントの中に「最終目標に対して、今後5年間で達成するまでの各年度の明確な戦略・計画の記載が充分でなく、どの程度の時間を要するかについても明確に記載されることが求められる」と指摘されているが、本報告書ではその記載が全く不十分であり明確ではないと思われる。従って「順調に進捗している」とのことであるが、それらが最終ゴールに対してどの程度順調で、現在最終ゴールに対してどの程度の地点にいるのか、またそれは計画通りに進捗しているのかが不明であり、判断できないため、是非改善していただきたい。

コメントに対する回答

目標との整合性について、「分子構造および合成経路の最適化」という目標が必ずしも現状を適切に反映していなかったことは、ご指摘の通りである。「分子構造・合成経路の最適化」は、化学の研究において新規化合物を設計・合成して、その機能を調査する際には、必ず通る過程であり、ほとんどの基礎研究がこれに合致するため、個々に明示していなかった。例えば、前年度末に印刷中であった、分岐型・ブロック型の IP の構造-物性相関による最適化に関する論文 (*Polym. Chem.*, **14**, 1350-1358 (2023)) などが、この内容に相当するが、これ以外の研究についても「分子構造・合成経路の最適化」という過程を経ている。また、ご理解いただけるとは思うが、研究は生（ナマ）物であって、研究がどのように進展するかを数年前から予測・計画するには限界がある。むしろ、数年前の時点で予測可能な研究は、本当の意味でのブレークスルーと呼べる研究ではないとも言える。上述したように、特に基礎研究においては、方向性や進め方は、各メンバー個人に委ねられており、研究代表者が制限したり積極的に指示したりということはしていない。これは、制限や特定の目標を設定することなく、自由に研究を進めてもらった方が、より健全で飛躍的な進展を生む可能性があるという研究代表者の考え方（ポリシー）に基づくものであり、全体を包括するような年次計画・目標を設定するには、どうしても抽象的な表現を含んでしまうことをご理解いただきたい。

PMDA との接触としては、正式な「事前相談」には該当しないが、本年度の再生医療学会(3月)での PMDA 出張ブースにおいて、相談を行なった。しかし、まだ対象となる疾患や医療機器の最終形が固まっていない状況であり、もう少し具体的な方向性が打ち出されてからあらためて相談することとなった。非臨床 POC の取得には、より大きな規模での実験が必要となるため、どのような条件をクリアできれば

取得したと言えるかを含め、本年度はそこにはまだ至っていない。

基礎研究においては、論文発表数の観点から「順調に進捗している」と表現をした。今年度も目標の論文・特許数は達成したが、基礎研究を元にした応用研究への発展ということでは、まだ不十分であり、次年度以後の発展に期待いただきたい。一方、応用研究が最終ゴールに対してどの程度の地点にいて、計画通りに進捗しているのかについては、主として資金不足のため、安全性試験、非臨床 POC 取得（大規模動物実験）の前での足踏みが続いており、年次計画的な青写真を描ききれていない状況である。安全性試験、非臨床 POC 取得のためには、科研費レベルの資金では難しく、企業からの研究費投入か AMED での大型研究費採択などが達成されないと、所謂「死の谷」を越えることは難しい。今後、この方向で研究資金を獲得できるよう、基礎研究を含めた実績を挙げていく。

<製品化という言葉を含んだ研究についてのコメント>

- ・ T 社、大阪医科薬科大学との共同研究の関節疾患治療材料の製品化が記述されている。この成果はどの程度社会にインパクトを与える重要な特筆すべき成果なのか、またこの成果はどの程度社会にアピールし情報発信したのか、これらに関して全く記述がなくよくわからない。特筆される重要な成果と思われるので、是非記述いただきたい。

コメントに対する回答

この研究の進捗状況は上記 7 (2) に記載した通りであり、企業による実用化・製品化を視野に入れているが、まだ実用化への目処はたっていない。動物実験では良好な結果と再現性が得られているが、製品化に際しては、常温での保存安定性などの課題を解決する必要があると企業からリクエストされている。この研究は、企業との共同研究であり、情報秘匿のため発表には制限がかかっており、残念ながら論文やプレスリリースなどの形で社会へ情報発信できる状況ではない。

<他分野への展開についてのコメント>

- ・ 個別研究をいくら寄せ集めても総体としての「メディカルポリマー」としての社会実装が進まない。別の産業応用も視野に入れ、研究者総体として、明確な新たな目標を定めて新たな展開を図ってはいかがか。これが他の産業分野になればその制約はなくなり、さらに広い分野での例えば高機能ポリマーの技術体系として発展させられる可能性があると思う。
- ・ 研究グループとしてあくまでも医用利用を追い求めるとすれば、ハードルは高いが、いや高いほどやりがいがあるのはその通りである。しかし漫然と同じことを繰り返していても新たな展開はないだろう。アプローチの仕方や戦略などを改めて立て直すことも必要である。

コメントに対する回答

ご指摘の通りであるが、我々（当プロジェクトのメンバー）は医療用材料だけの研究を行なっているわけではない。基礎研究については、特定の方向に目標を制限することなく、研究者個人に任せて自由に研究していただいている。従って、研究成果の中には、当然、医療以外の分野への展開が期待されるものも含まれている。例えば、今年度の大矢教授による分子ネットゲル (*Angew. Chem. Int. Ed.*) や、2021 年度の宮田教授によるタフゲル (*NPG Asia Materials*, **13**, 34 (2021)) は、医療に特化したものではなく、様々な可能性を内包した全く新しい材料である。これらは、当初計画には含まれていなかったセレンディピティ的な要素を含む研究であり、高い独創性と学術的価値を有し、広範囲な展開が期待されている。このような研究は、方向を決めた計画的な研究からは生まれにくいものである。こうした医療用材料とそれ以外の用途の両方が期待される材料に関して、医療以外への応用展開については、これまで研究成果として積極的に紹介してこなかった。今回の評価委員の助言に基づき、次年度以後は、これらの派生的研究の成果も目覚ましいものが得られた場合には、当プロジェクトの成果として報告、広報を行なっていくこととする。

<AO 入試および広報についてのコメント>

- ・ AO 入試の募集人員 3 名に対して志願者が 1 名であった理由を分析し、対策を講じる必要がある。受験生に訴求する広報活動を検討いただきたい。また、入学者が卒業あるいは大学院修了するまでに 4 年～9 年を要することを考える

と、プロジェクト後半の期間では、AO入試の存続を含めて検討すべきではないか。

- ・ 2023年度の実施結果は、募集人数3名に対して志願者数が1名、入学者数が0名であったため、次年度以降の入試において、受験生に対する積極的な広報活動（ブランディング）を実施することで定員を充足できるよう入学者を確保されることを期待したい。
- ・ コロナ禍のもとでは致し方ないことであったかもしれないが、関大の理系の研究といえばKUMPという認識が世間一般に浸透しているかという点、そうではないように感じる。大学広報とも相談し、一般向けPRについて、その効果的な方策をさぐっていただきたい。また学内向けにおいても研究成果を語る継続的な場も必要であろう。

コメントに対する回答

本ブランディング事業は、教育機関でもある大学で行うものであり、日本の当該分野の将来を支える人材育成は重要事項であると位置付けており、今後も継続してゆきたい。AO入試を実施していれば、実際にAO入試を受験しなくとも、受験生の多くが入学試験要項中のKUMPの文字を目にすることとなり、広報的な意義は高いと考えている。昨年の戦略会議でも具申させていただいたが、大学のHPや広報におけるKUMPの露出度が、プロジェクト発足時と比べて極めて低くなっており（大学トップページからプロジェクトのページへ容易に辿り着けない）、受験生に向けてのアピールができていないことが、AO入試志願者が伸びない一因であると分析している。我々がメディアなどに取り上げられることも効果的であるが、全学広報の中でKUMPの位置付けをどのように考えておられるのか、戦略的な取り組みを期待したい。一方、これまでのAO入学生の一部が、就学後の単位取得に苦労しているという現状がある。著しく基礎学力の劣る学生を入学させた場合、学生・大学双方にとって好ましくない状況（留年、退学など）が発生する懸念があるため、志願者が少なかった一昨年は合格者を出すことができなかった。受験生の数とレベルは必ずしも一致しないが、多くの志願者を集めた方が、その中に優秀な学生が含まれる確率が高くなることは自明である。本来、ブランディング事業は「学長のリーダーシップのもと、全学的なとりくみ」であったはずである。できるだけ多くのAO入試志願者を獲得できるよう、広報活動には全学を挙げて取り組んでいただきたい。

9 プロジェクトの自立運営に向けた外部資金の獲得状況

プロジェクトの自立運営に向けた外部資金の獲得状況については、別紙資料の通りである。その概要を以下に示す。

- ・ 葛谷明紀教授が取締役を務めるDNAナノテクノロジーを扱うベンチャー企業Cranebio株式会社（本学イノベーション創生センター内に研究拠点）からの研究費（200万円）を昨年度から引き続き、獲得した。
- ・ 岩崎泰彦教授が、海外（韓国）の産業通商資源部（MOTIE）による補助事業を、韓国カトリック大学校と共同で採択され、合計9,498千円の資金を獲得した。
- ・ 校友からの支援として株式会社極東技工コンサルタントから、今年度も250万円（昨年度200万円から増額）の指定寄付をいただいた。この寄付金は、消耗品費などには使用せず、研究成果を幅広く発信し、他研究者に引用してもらえよう、学術論文のオープンアクセス料金、表紙採択の際のページチャージ、表紙イラストの作成料として活用している。
- ・ 科学研究費採択数は13件、採択額総額は77,960千円（昨年12件、76,650千円）（間接経費含む、以下同）と、昨年度より1件増加し同程度の資金を獲得した。
- ・ 科研費を除く、政府もしくは政府関連法人からの研究資金は4件で合計31,785千円（昨年3件、40,015千円）件数は増えたものの、金額はやや減少した。
- ・ 民間企業等からの受託研究、学外共同研究、学術指導、試験分析等は、25件25,391千円（昨年20件、28,481千円）であり、このうち民間企業との共同研究は11件、15,392千円と昨年度（11件、17,318千円）

と件数は同数であるものの、金額はやや減少した。

- ・ 企業等からの指定寄付は、5件で合計7,600千円（昨年7件11,800千円）と件数、金額ともに減少した。

加えて、外部資金審査・評価部会から、以下のようなコメントを頂戴している

- ・ 大学執行部に対してのコメントであるが、評価項目に「プロジェクトの自立運営云々」の評価項目があるが、本学のブランドとして育成するのであれば、「自立運営」というのは若干引かかる。事務経費と広報はやってあげるから自活しなさいではブランドとして育たないように思う。大学として特別に認定したプログラムについては、研究者の負担軽減など、より研究課題に集中できる方策も考えてよい。これは KUMP に限らない話である。しっかりした研究センターに育てるのか、細々と継続するか、もしそうなら現在の研究者たちが退職したら、後には何も残らないように思う。

これに関連して、以下のような2点を要望したい。

1つ目は恒久的な研究環境の維持である。本プロジェクトは2016年からスタートし8年が経過し、この間に関西大学は、日本のバイオマテリアル研究の一大拠点の一つとなった。事実、この人数・陣容のバイオマテリアル研究者が一同に介している研究機関は国立大学を含め日本国内には無いと言える。人的な資源だけではなく、プロジェクトが所有するバイオマテリアル関連の分析機器や実験施設は、他の私立大学では決して保有していないほど充実している。プロジェクトが打ち切りになってしまうと、せっかく積み上げた研究の蓄積と実験用機器の物質的資産を失うことになり日本のバイオマテリアル科学としての大きな損失となる。これらを有効活用し、「関西大学の強み」として維持・発展させていくため、将来的な計画が建てられるよう、恒久的な支援をお願いしたい。

2点目は特任助教の採用に関することである。プロジェクトの目標の一つは若手研究者の人材育成である。本プロジェクトでは特任助教（PD）として、博士号取得者を最大2名雇用している。今年度後半に Duangkamol Dechojarassri（ダウアカモル・デチョジャラッシ）氏が帰国のため退職した後は、1名だけの雇用となった。補充の求人を JREC-IN などのメディアや関係学会のメールニュースなどで発信したが、応募者はほとんどいなかった。これは、全国的に博士号取得者が減少している中で、本学の雇用条件が1年契約で、実質的に最長5年間（4回の更新）の雇用が可能であるのに、求人票にそのような記述の記載が禁じられており、他の研究機関・大学と比較して、継続した雇用が保障されず、応募する側にとって全く魅力のないポストに見えていることが大きく影響していると推測している。ただでさえ、最高5年雇い止めというだけでも不安定であるのに、1年契約を原則とするような募集の文言では、優秀な人材は集まらず、せっかく助成していただいている人件費を活用できていない。複数年の確約ができず、1年で打ち切る可能性が少しでもあれば、訴訟を起こされるなどという事態を懸念しているのかもしれないが、まだ発生もしていない事を危惧して、本来の目的である研究を進めることにブレーキをかけることになっているのは本末転倒と言える。ましてや、訴訟に発展するような事態が発生するのは、契約年数の問題だけでなく、雇用側の不誠実な対応が原因となっていることが多いのではないかと思われる。この点については、もっと弾力的に研究の推進を第一とし、雇用される側の立場に立った誠実な対応をお願いしたい。

外部資金審査・評価部会からの確認事項

特になし

10. 学内評価の状況

本学の全学的評価組織である、外部資金・評価部会（副学長の下に副学長指名メンバー若干名で構成）

においては、「研究活動については、基礎ステージの論文数や特許取得件数が目標を大幅に上回っていることや、外部資金の獲得状況からレベルの高い研究が継続されていることがうかがえる。さらに、本事業のブランディングの一環として積極的に高大連携や基調講演・招待講演といった活動をしていることが高く評価できる。

一方で、本プロジェクトの目標である実用化に関しては、プロジェクト開始後、相当期間が経過しているにもかかわらず、社会的インパクトという点においては十分とはいえず、大学組織と連携しながら、さらなる進展を期待したい。

今後は、事業を継続できるよう引き続き大型の外部資金獲得に努め、若手研究者の参加を推進し、本事業が自立運営することを期待したい。」との意見を得た。

また、学長を座長とした研究ブランディング事業戦略会議では、出席した委員より、人工心臓パッチ「シンフォリウム」の開発、インジェクタブルポリマー(IP)による癌免疫療法の開発、ドラッグデリバリー用微粒子の開発など順調に研究が進んでいることに加え、高校生から訪問依頼があったことは、ブランディングの表れであり評価できる。10年計画の残り期間（現在9年目）での方向性の明確化、現研究者が退職後も持続可能な研究拠点となるような研究体制の構築、自立運営に向けた方策や若手育成等、残りの期間をうまく活用してほしい旨の意見があった。

本事業の今後の発展については、引き続き法人・教学が一体となってブランドの維持・発展に向けた推進を図ることに加え、医療分野以外での産業応用の開発や、より積極的な広報活動、KUMP型AO入試の展開などに力を入れていくことが確認された。

以 上